

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.

EUROPEAN PATENT OFFICE

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 10303502
PUBLICATION DATE : 13-11-98

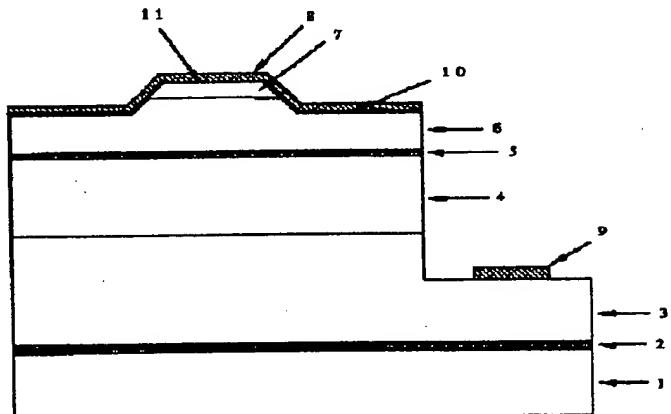
APPLICATION DATE : 24-04-97
APPLICATION NUMBER : 09107290

APPLICANT : SHARP CORP;

INVENTOR : HATA TOSHIO;

INT.CL. : H01S 3/18 H01L 33/00

TITLE : GALLIUM NITRIDE COMPOUND
SEMICONDUCTOR LIGHT EMITTING
ELEMENT AND ITS MANUFACTURE



ABSTRACT : PROBLEM TO BE SOLVED: To make it possible to easily form a current injection region and a non-current injection region on the surface of a P-type gallium nitride compound semiconductor on which an electrode metal is formed, by causing the non-current injection region on the surface of the gallium nitride compound semiconductor to have a higher resistance than that of the non-ohmic or current injection region.

SOLUTION: An AlGaN buffer layer 2, an n-type GaN layer 3, an n-type AlGaN clad layer 4, an InGaN active layer 5, an Mg doped AlGaN clad layer 6, and an Mg doped GaN contact layer 7 are sequentially grown on a substrate 1. The Mg doped layers are transformed into p-type layers by heat-treatment. Next, the p-type AlGaN clad layer 6 is etched, and the P⁺ type GaN contact layer 7 and the p-type AlGaN clad layer 6 are formed into ridge waveguide. A surface 10 on portions of the p-type layers 6 and 7, which are exposed to Cl₂, is a high resistance layer. A p-type electrode 8 formed on the surface of the P⁺ type GaN contact layer 7 and that of the p-type AlGaN clad layer 6 and the surface 10 are non-ohmic.

COPYRIGHT: (C)1998,JPO

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-303502

(43)公開日 平成10年(1998)11月13日

(51)Int.Cl⁶

識別記号

P I

H01S 3/18

H01S 3/18

H01L 39/00

H01L 39/00

C

審査請求 未請求 請求項の数 6 OL (全 9 頁)

(21)出願番号

特願平9-107290

(22)出願日

平成9年(1997)4月24日

(71)出願人 000005049

シャープ株式会社

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

(72)発明者 横 俊雄

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ

ャープ株式会社内

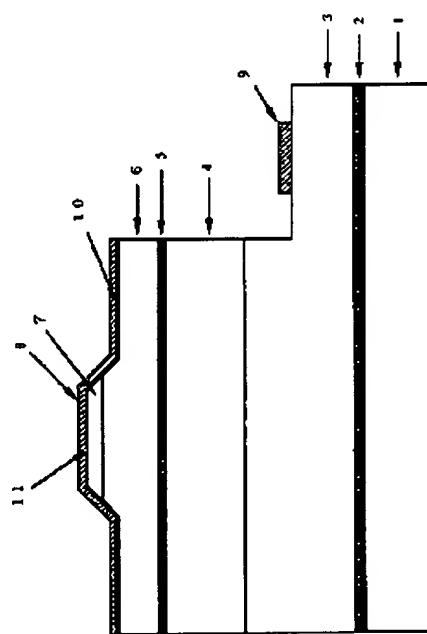
(74)代理人 弁理士 横田 勝

(54)【発明の名称】窒化ガリウム系化合物半導体発光素子及びその製造方法

(57)【要約】

【課題】従来のような絶縁膜の形成及び再成長技術を必要としない。

【解決手段】ドライエッティングにより、エッティングすると同時にP型窒化ガリウム系化合物半導体膜を改質して、非オーム性又はエッティングに晒されない領域よりも高抵抗にする。



(2)

特開平10-

1

2

【特許請求の範囲】

【請求項1】 導電性又は非導電性の基板上に、少なくともN型窒化ガリウム系化合物半導体層とP型窒化ガリウム系化合物半導体層とが順次積層された窒化ガリウム系化合物半導体発光素子であって、

前記P型窒化ガリウム系化合物半導体層表面が電流注入領域と非電流注入領域とからなり、前記非電流注入領域が非オーミック性であるかまたは前記電流注入領域よりも高抵抗であることを特徴とする窒化ガリウム系化合物半導体発光素子。

【請求項2】 前記非電流注入領域は、ドライエッチング法によって非オーミック性であるかまたは前記電流注入領域より高抵抗となるように前記P型窒化ガリウム系化合物半導体層表面を改質して形成されてなることを特徴とする請求項1記載の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子。

【請求項3】 導電性又は非導電性の基板と、該基板上に順次形成され、少なくとも、N型Al_{1-x}Ga_xNクラッド層、In_yGa_{1-y}N活性層、P型Al_{1-x}Ga_xNクラッド層、及び高不純物ドープP型GaNコンタクト層とかなる積層と、

該積層のうち、前記P型Al_{1-x}Ga_xNクラッド層及び高不純物ドープP型GaNコンタクト層とを選択的にドライエッチング加工して得たリッジと、

該リッジを含むドライエッチング加工表面全面に形成されたP型電極と、を少なくとも具えて電流狭窄型金属層閉じ込めリッジ導波路発光素子をなすことを特徴とする請求項1又は2に記載の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子。

【請求項4】 導電性又は非導電性の基板と、該基板上に順次形成され、少なくとも、N型Al_{1-x}Ga_xNクラッド層、In_yGa_{1-y}N活性層、P型Al_{1-x}Ga_xNクラッド層、高不純物ドープP型GaNコンタクト層とかなる積層と、

前記高不純物ドープP型GaNコンタクト層表面を選択的にドライエッチングして得た凹部と、

該凹部を含む高不純物ドープP型GaNコンタクト層全面に形成されたP型電極と、

該P型電極上の前記凹部上方に形成されたポンディング電極と、を少なくとも備えて電流阻止型の発光素子とな

してリッジを形成すると同時に、ドライエッチングされる前記P型Al_{1-x}Ga_xN (0 ≤ x < 1) 層とP型GaNコンタクト層表面を改質する工程と、該改質された表面を含む前記P型Al_{1-x}Ga_xN (0 ≤ x < 1) クラッド層及びP型GaNコンタクト層表面にP型用電極を形成する工程と、を含んでとする請求項2又は3に記載の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の製造方法。

【請求項6】 導電性又は非導電性の基板と、N型Al_{1-x}Ga_xN (0 ≤ x < 1) 层、In_yGa_{1-y}N (0 ≤ y ≤ 1 : x = 0) 层、P型Al_{1-x}Ga_xN (0 ≤ x < 1) 层及び高不純物ドープP型GaNコンタクト層とからなる積層と、

該P型GaNコンタクト層表面を選択的にドライエッチングして凹部を形成すると同時にドライエッチングされるP型GaNコンタクト層凹部と、

前記P型GaNコンタクト層表面全面に形成した後、該P型用電極上の前記凹部を形成する工程と、を含んでとする請求項2又は4に記載の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、青色光領域で発光可能な窒化ガリウム系化合物（レーザ及び発光ダイオード）及びそれに関連する、特にリッジ導波路型窒化ガリウム系化合物発光素子に関する。

【0002】

【従来の技術】 図10にGaN系リッジレーザの断面模式図を示す。

【0003】 素子構造は、サファイヤ基板1、バッファ層2、N型GaN層3、N型InN層300、N型Al_{1-x}Ga_xN層400、InGaN MQW活性層500、N型Al_{1-x}Ga_xN層600、P型GaN層700、N型Al_{1-x}Ga_xNクラッド層8、P型GaN層9である。

(3)

特開平10-

3

4

る。

【0005】本発明においては、電極金属が形成される窒化ガリウム系化合物半導体層表面に電流注入領域と非電流注入領域を簡単な方法にて形成するを目的としている。

【0006】

【課題を解決するための手段】P型窒化ガリウム系化合物半導体層をドライエッティングした際、エッティングマスクにて覆われている部分はP型電極に対してオーミック性を示すが、エッティングにさらされた部分はP型電極に対して非オーミック性または高抵抗性を示すことがわかった。

【0007】この特性を図9に示している。

【0008】この特性を利用して、ドライエッティング法を用いてリッジ導波路を形成すれば、エッティングマスクにて覆われている部分はP型電極に対してオーミック性を示すが、エッティングにさらされた部分はP型電極に対して非オーミック性または高抵抗性を示すため、リッジ導波路表面に電流阻止領域を形成することが可能となる。

【0009】この電流阻止領域が電流狭窄層として機能するため、素子のしきい値電流の低減、発光パターンの制御や発光効率の向上が可能となり、電流阻止型金属層閉じ込めリッジ導波路窒化ガリウム系化合物半導体レーザを提供することができる。

【0010】また、本発明によれば酸化膜の形成及び再成長技術を必要とせずしきい値電流が小さく、発光パターンの制御された半導体レーザ及び外部発光効率の優れた半導体発光素子が容易に作製可能となる。

【0011】ここで、ドライエッティング法として、例えばRIE：反応性イオンエッティング、ECR-RIB：E：電子サイクロトロン共鳴を利用した反応性イオンビームエッティング法を用い、ガス種として例えばC₂、SiC₁、BC₁等又はこれらにAr、H₂等を添加したガスを用いる。

【0012】本発明の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子は、導電性又は非導電性の基板上に、少なくともN型窒化ガリウム系化合物半導体層とP型窒化ガリウム系化合物半導体層とが順次積層された窒化ガリウム系化合物半導体発光素子であって、前記P型窒化ガリウム系化合物半導体層表面が電流注入領域と非電流注入領域とか

形成され、少なくとも、N型Al_xGa_{1-x}N活性層、P型Al_xGa_{1-x}Nクラッド層、純物ドープP型Ga_yNコンタクト層とか該積層のうち、前記P型Al_xGa_{1-x}Nクラッド層、純物ドープP型Ga_yNコンタクト層とをエッティング加工して得たリッジと、該リッジエッティング加工表面全面に形成された少なくとも具えて電流狭窄型金属層閉じ込め発光素子をなすことにより、上記目的を達成する。【0015】また、本発明の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子は、導電性又は非導電性の基板上に順次形成され、少なくとも、N型Al_xGa_{1-x}N活性層、P型Al_xGa_{1-x}N不純物ドープP型Ga_yNコンタクト層とを、前記高不純物ドープP型Ga_yNコンタクト層を選択的にドライエッティングして得た凹部を高不純物ドープP型Ga_yNコンタクト層とされたP型電極と、該P型電極上の前記凹部をポンディング電極と、を少なくとも1型の発光素子をなすことにより、上記目的を達成する。【0016】本発明の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の製造方法は、導電性又は非導電性の基板上に、N型Ga_yN層、N型Al_xGa_{1-x}N(0≤x<1)クラッド層、In_xGa_{1-x}N(0≤x<1)活性層、P型Al_xGa_{1-x}N(0≤x<1)クラッド層、及び高不純物ドープP型Ga_yNコンタクト層を順次形成する工程と、前記In_xGa_{1-x}N(0≤x<1)クラッド層とP型電極層とを選択的にドライエッティングして得たリッジと同時に、ドライエッティングに晒されたIn_xGa_{1-x}N(0≤x<1)クラッド層とP型Ga_yNコンタクト層表面を改質する工程と、該改質工程に含む前記P型Al_xGa_{1-x}N(0≤x<1)クラッド層とP型Ga_yNコンタクト層全面にP型電極層を形成する工程とを含むことにより、上記目的を達成する。【0017】また、本発明の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の製造方法は、導電性又は非導電性の基板上に、N型Al_xGa_{1-x}N(0≤x<1)クラッド層、In_xGa_{1-x}N(0≤x<1)活性層、P型Al_xGa_{1-x}N(0≤x<1)クラッド層とP型Ga_yNコンタクト層全面にP型電極層を形成する工程とを含むことにより、上記目的を達成する。【0018】また、本発明の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の製造方法は、導電性又は非導電性の基板上に、N型Al_xGa_{1-x}N(0≤x<1)クラッド層、In_xGa_{1-x}N(0≤x<1)活性層、P型Al_xGa_{1-x}N(0≤x<1)クラッド層とP型Ga_yNコンタクト層全面にP型電極層を形成する工程とを含むことにより、上記目的を達成する。

(4)

特開平10-

5

て詳細に説明する。なお、本願明細書において、窒化ガリウム系化合物半導体とは、例えば、 $In_xAl_yGa_{1-x-y}N$ ($0 \leq x, 0 \leq y, x+y \leq 1$) も含むものとする。ここで、半導体発光素子とは半導体レーザ及び発光ダイオードを含むものとする。

【0019】本発明を具体的な実施例に基づいて詳細に説明する。

【0020】(実施例1) 図1は、本発明の一実施例によって作製された金属閉じ込めリッジ導波路型窒化ガリウム系化合物半導体レーザの断面模式図を示す。

【0021】窒化ガリウム系化合物半導体レーザの作製には有機金属化合物気相成長法(以下MOCVD法)を用い、基板としてSapph ire基板、V族原料としてアンモニア NH_3 、III族原料としてトリメチルガリウム(TMG)、トリメチルアルミニウム(TMAl)、トリメチルインジウム(TMIn)、P型不純物としてビスシクロペンタディエニルマグネシウム(Cp₂Mg)、N型不純物としてモノシラン(SiH₄)を用い、キャリヤガスとして H_2 または N_2 を用いる。

【0022】図5の(1)から(5)に作製工程模式図を示す。1回目の結晶成長を行うため、Sapph ire基板1をMOCVD装置のサセプタ上に導入し、基板温度1200°C程度まで昇温し、窒素又は水素雰囲気にさらす。次に、Sapph ire基板1の基板温度を400~650°C程度まで降温し、Sapph ire基板1に $Al_{0.3}Ga_{0.7}N$ バッファ層2を200~100Å成長する。次に、基板温度1050°C程度まで昇温しn型 GaN 層3を0.5~4μm程度成長し、次に、n型 $Al_{0.3}Ga_{0.7}N$ クラッド層4を0.1~0.3μm程度成長する。基板温度を800~850°C程度に降温し、Nドープ $In_{0.1}Ga_{0.9}N$ 活性層5を30~80Å成長する。次に、基板温度を1050°C程度まで昇温Mgドープ $Al_{0.3}Ga_{0.7}N$ クラッド層6を0.1~0.3μm程度成長し、Mgドープ GaN コンタクト層7を0.5~1μm程度成長する(図5-(1))。

【0023】一旦、ウェハを成長室から取り出し、N₂雰囲気、800°Cにて熱処理を行いMgドープ層をp型層に変化させる。

【0024】次に、p型 GaN コンタクト層7の上にレジストマスク100を形成し、通常のフォトリソグラ

6

された部分が高抵抗層となり、高抵抗層(図5-(3))。

【0027】ここで、ドライエッチングはC1、O混入やMg不純物の抜け等が面の厚さ200~300Åが高抵抗層に。

【0028】ここで、ドライエッチングはRIE:反応性イオンエッチング、E·E:電子サイクロトロン共鳴を利用したームエッティング法を用いる。ガス種として I_2 、SiCl₄、BCl₃等又はこれらに添加したガスを用いる。

【0029】次に、このウェハをドライ n 型 GaN 層3表面が露出するまでエ(3)、有機溶剤にてマスク100を除去(4))。

【0030】次に、p型 GaN コンタクト面及びp型 $Al_{0.3}Ga_{0.7}N$ クラッド層電極8例えばNi及びAuを形成、n型用電極9Ti及びAlを形成する。(1)(5))。

【0031】ここで、図1及び図5の1する。p型層6及び7において、ガス種さらされている部分の表面10は高抵抗(108Ωcm)となり、ガスにさらされた部分の表面11は本来のp型 GaN コン性質を有し低抵抗(抵抗率が約1~2Ω)ある。p型用電極8と表面10は非オーバーし、表面11ではオーミック性をしめしている。

【0032】のことより従来のようじや再成長技術を用いることなく電流阻止製できる。

【0033】この結果、しきい値電流の1の制御が可能で、作製が容易な金属導波路型窒化ガリウム系化合物半導体レーザ法を提供することができる。

【0034】(実施例2) 図2は、本發によって作製された金属閉じ込めリッジ導ウム系化合物半導体レーザの断面模式図。

【0035】窒化ガリウム系化合物半導

40

C基板1をMOCVD装置のサセプタ上に導入し、基板温度1200°C程度まで昇温し、窒素又は水素雰囲気にさらす。次に、SiC基板1の基板温度を1050°C程度まで昇温し、n型GaN層3を0.5~4μm程度成長し、次に、n型Al_xGa_{1-x}Nクラッド層4を0.1~0.3μm程度成長する。基板温度を800~850°C程度に降温し、NドープAl_xGa_{1-x}N活性層5を30~800Å成長する。次に、基板温度を1050°C程度まで昇温MgドープAl_xGa_{1-x}Nクラッド層6を0.1~0.3μm程度成長し、MgドープGaNコンタクト層7を0.5~1μm程度成長する(図6-(1))。

【0037】一旦、ウェハを成長室から取り出し、N₂雰囲気、800°Cにて熱処理を行い、Mgドープ層をp型層に変化させる。

【0038】次に、p'型GaNコンタクト層7の上にレジストマスク100を形成し、通常のフォトリソグラフィを用いてp'型GaNコンタクト層7上のレジストマスク100を例えばストライプ状に加工する(図6-(2))。

【0039】レジストマスク100を例えばストライプ状に限定することはない。

【0040】このウェハをドライエッティング法によりp型Al_xGa_{1-x}Nクラッド層6の所望の位置までエッティングし(12)、このエッティングによりp'型GaNコンタクト層7とp型Al_xGa_{1-x}Nクラッド層6をリッジ導波路状に形成する。P型層のエッティングにさらされた部分が高抵抗層となり、高抵抗層が形成される(図6-(3))。

【0041】ここで、ドライエッティング後のP型層表面はC1、O混入やMg不純物の抜け等が発生しP型層表面の厚さ200~300Åが高抵抗層になる。

【0042】ここで、ドライエッティング法として、例えばRIE:反応性イオンエッティング、ECR-RIBE:電子サイクロトロン共鳴を利用した反応性イオンビームエッティング法を用いる。ガス種として例えばC₄F₈、SiCl₄、BCl₃等又はこれらにAr、H₂等を添加したガスを用いる。

【0043】次に、p'型GaNコンタクト層7上のマスク100を有機溶剤にて除去する(図6-(4))。

である。このため、p型用電極8と表面黒性を示し、表面11とはオーミック接触を図9に示している。

【0046】このことより従来のように、再成長技術を用いることなく電流阻止層ができる。

【0047】この結果、しきい値電流の1/2の制御が可能で、作製が容易な金属導波路型窒化ガリウム系化合物半導体レジ斯特ができる。

【0048】ここで、実施例1及び2に示すAl_xGaNコンタクト層7及びp型Al_xGa_{1-x}N層6はストライプ状に加工したが、例えは、幅のみを広く加工してもよくまたは幅がストライプ状に加工してもよい。

【0049】(実施例3)図3は、本発明によって作製された電流阻止型窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の断面模式図を示す。

【0050】窒化ガリウム系化合物半導体には有機金属化合物気相成長法(以下)を用い、基板としてSapphire基板としてアンモニアNH₃、Li₂SiO₃族原料としたガリウム(TMGa)、トリメチルアルミニウム(TMAl)、トリメチルインジウム(TMIn)としてビスシクロヘンタデイエニルマグネシウム(Mg)、N型不純物としてモノシラン、二重キャリヤガスとしてH₂またはN₂を用いる。

【0051】図7の(1)から(5)に示す。1回目の結晶成長を行うため、

C基板1をMOCVD装置のサセプタ上に導入し、基板温度1200°C程度まで昇温し、窒素又は水素雰囲気にさらす。次に、Sapphire基板1にAl_xGa_{1-x}Nバッファ層2を0Å成長する。次に、基板温度1050°Cまで昇温し、n型GaN層3を0.5~4μm程度成長する。n型Al_xGa_{1-x}Nクラッド層4を0.3μm程度成長する。基板温度を800~850°Cまで降温し、NドープAl_xGa_{1-x}N活性層5を30~800Å成長する。

【0052】次に、基板温度を1050°Cまで昇温し、MgドープAl_xGa_{1-x}Nクラッド層6を0.3μm程度成長する。次に、基板温度を800~850°Cまで降温し、MgドープGaNコンタクト層7を0.5~1μm程度成長する。次に、基板温度を800~850°Cまで昇温し、NドープAl_xGa_{1-x}N活性層5を30~800Å成長する。

(6)

9

（2）。

【0054】ここで、レジストマスク100の形状は特に円形状の海に限定する必要はない。

【0055】このウェハをドライエッティング法によりp'型GaNコンタクト層7の所望の位置までエッティングし（12）、このエッティングによりp'型GaNコンタクト層7の所望の表面を高抵抗領域層10を形成することができる（図7-（3））。

【0056】ここで、ドライエッティング後のP型層表面はC1、O混入やMg不純物の抜け等が発生しP型層表面の厚さ200~300Åが高抵抗層になる。

【0057】ここで、ドライエッティング法として、例えばRIE：反応性イオンエッティング、ECR-RIBE：電子サイクロトロン共鳴を利用した反応性イオンビームエッティング法を用いる。ガス種として例えばC1₂、SiCl₄、BCl₃等又はこれらにAr、H₂等を添加したガスを用いる。

【0058】次に、このウェハにレジストマスクを形成し、ドライエッティングによりn型GaN層3表面が露出するまでエッティングし（13）、有機溶剤にてマスク100を除去する（図7-（4））。

【0059】次に、p'型GaNコンタクト層7表面全面に直接p型用電極8N_i及びAu、ポンディング電極14例えばAuを形成、n型GaN層3にn型用電極9Ti_i及びAl_iを形成する（図7-（5））。【0060】ここで、図3及び図7の10、11を説明する。p型層6及び7において、ガス種例えばC1₂にさらされている部分の表面10は高抵抗層となり、ガスにさらされていないマスク部分の表面11は本来のp'型GaNコンタクト層7の性質を有し低抵抗のままである。p型用電極8と表面10は非オーミック性を示し、表面11とはオーミック性をしめすことが図9に示している。

【0061】のことより従来のように絶縁体膜を用いることなく電流阻止構造を持つ半導体発光素子が容易に作製できる。

【0062】この結果、ポンディング電極14部分からの電流注入が阻止でき、外部発光効率に優れ、作製が容易な電流阻止型窒化ガリウム系化合物半導体発光素子を提供することができる。

【0063】（実施例4）図4は、本発明の一実施例によって作製された電流阻止型窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の断面模式図を示す。

【0064】窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の作製には有機金属化合物気相成長法（以下MOCVD法）を用い、基板として導電性基板、V族原料としてアンモニアNH₃、III族原料としてトリメチルガリウム（TMG）、トリメチルアルミニウム（TMA）、トリメチルインジウム（TMI₃）、P型不純物としてビスシクロペンタデイエニルマグネシウム（Cp₂Mg）。

特開平10-303502

10

N型不純物としてモノシラン（SiH₄）を用い、キャリヤガスとしてH₂またはN₂を用いる。【0065】図8の（1）から（4）に作製工程模式図を示す。1回目の結晶成長を行うため、SiC基板1をMOCVD装置のサセプタ上に導入し、基板温度1200°C程度まで昇温し、窒素又は水素雰囲気にさらす。次に、SiC基板1の基板温度を1050°C程度まで昇温しn型GaN層3を0.5~4μm程度成長し、次に、n型Al_xGa_{1-x}Nクラッド層4を0.1~0.3μm程度成長する。基板温度を800~850°C程度に降温しノンドープAl_xGa_{1-x}N活性層5を30~800Å成長する。次に、基板温度を1050°C程度まで昇温MgドープAl_xGa_{1-x}Nクラッド層6を0.1~0.3μm程度成長し、MgドープGaNコンタクト層7を0.5~1μm程度成長する（図8-（1））。【0066】一旦、ウェハを成長室から取り出し、N₂雰囲気、800°Cにて熱処理を行いMgドープ層をp型層に変化させる。

【0067】次に、p'型GaNコンタクト層7の上にレジストマスク100を形成し、通常のフォトリソグラフィを用いてp'型GaNコンタクト層7上のレジストマスク100に例えば円形状の海を開ける（図8-（2））。

【0068】ここで、レジストマスク100の形状は特に円形状の海に限定する必要はない。

【0069】このウェハをドライエッティング法によりp'型GaNコンタクト層7の所望の位置までエッティングし（12）、このエッティングによりp'型GaNコンタクト層7の所望の表面を高抵抗領域層10を形成することができる（図8-（3））。

【0070】ここで、ドライエッティング後のP型層表面はC1、O混入やMg不純物の抜け等が発生しP型層表面の厚さ200~300Åが高抵抗層になる。

【0071】ここで、ドライエッティング法として、例えばRIE：反応性イオンエッティング、ECR-RIBE：電子サイクロトロン共鳴を利用した反応性イオンビームエッティング法を用いる。ガス種として例えばC1₂、SiCl₄、BCl₃等又はこれらにAr、H₂等を添加したガスを用いる。

【0072】次に、P型コンタクト層7上のマスク100を有機溶剤にて除去する。

【0073】次に、p型GaNコンタクト層7表面全面に直接p型用電極8例えばN_i及びAu、ポンディング用電極14例えばAuを形成、SiC基板1にn型用電極9を形成する（図8-（4））。【0074】ここで、図4及び図8の10、11を説明する。p型GaNコンタクト層7において、ガス種例えばC1₂にさらされている部分の表面10は高抵抗層となり、ガスにさらされていないマスク部分下の表面11は本来のp'型GaNコンタクト層7の性質を有し低抵抗

50

(7)

特開平10-303502

11

抗のままである。このため、p型用電極8と表面10は非オーミック性を示し、表面11とはオーミック性をしめすことを図9に示している。

【0075】このことより従来のように絶縁体膜を用いることなく電流阻止構造を持つ半導体発光素子が容易に作製できる。

【0076】この結果、ポンディング電極14部分からの電流注入が阻止でき、外部発光効率に優れ、作製が容易な電流阻止型窒化ガリウム系化合物半導体発光素子を提供することができる。

【0077】

【発明の効果】本発明によれば、しきい値電流の低減や発光パターンの制御が可能で、作製が容易な金属閉じ込めリッジ導波路型窒化ガリウム系化合物半導体レーザを提供することができる。

【0078】さらに、外部発光効率に優れ、作製が容易な電流阻止型窒化ガリウム系化合物半導体発光素子を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の窒化ガリウム系化合物半導体レーザの断面模式図である。

【図2】本発明の窒化ガリウム系化合物半導体レーザの断面模式図である。

【図3】本発明の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の断面模式図である。

【図4】本発明の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の断面模式図である。

【図5】実施例1を説明するための窒化ガリウム系化合物半導体レーザの作製模式図である。

【図6】実施例2を説明するための窒化ガリウム系化合物半導体レーザの作製模式図である。

【図7】実施例3を説明するための窒化ガリウム系化合物半導体レーザの作製模式図である。

* 物半導体発光素子の作製模式図である。

【図8】実施例4を説明するための窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の作製模式図である。

【図9】P型GaNと電極の電流と電圧特性図である。

【図10】従来のGaN系化合物半導体レーザの断面模式図である。

【符号の説明】

1 Sapphire基板又はSiC基板

2 AlGaNバッファ層

10 3 n型GaN層

4 n型AlGaNクラッド層

5 ノンドープInGaN活性層

6 p型AlGaNクラッド層

7 p+型GaNコンタクト層

8 p型用電極

9 N型用電極

10 高抵抗領域層（エッチングにさらされている部分）

11 低抵抗領域層（エッチングにさらされていない部分）

12 リッジ加工またはエッチングにより高抵抗領域層形成

13 n型GaN層までエッチングする工程

14 ポンディング電極

100 レジストマスク

300 N型In_{0.05}Ga_{0.95}N層

400 N型GaN層

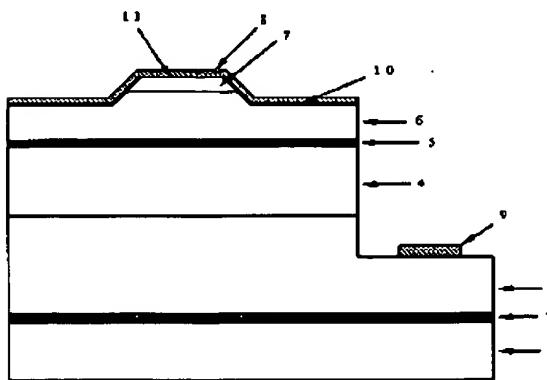
500 InGaN MQW活性層

600 P型Al_{0.1}Ga_{0.9}N層

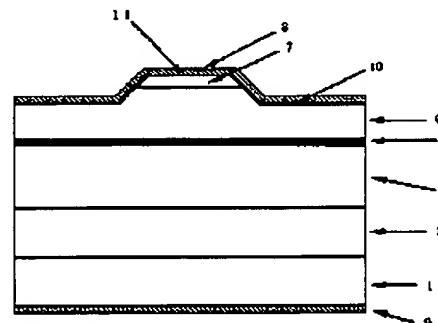
700 P型GaN層

800 絶縁体膜

【図1】



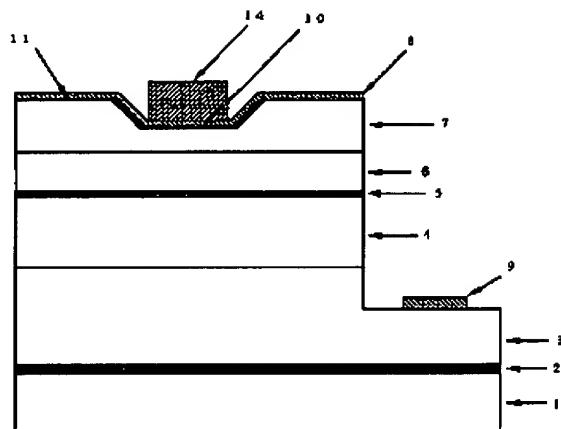
【図2】



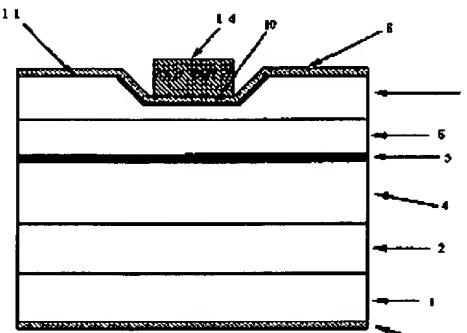
(8)

特開平10-303502

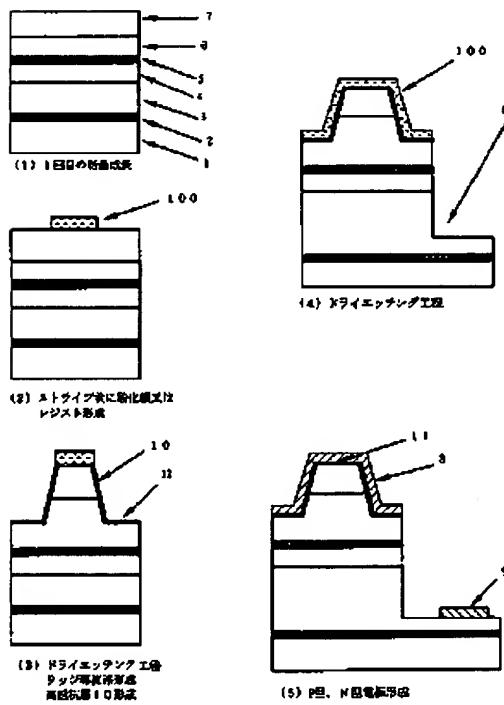
【図3】



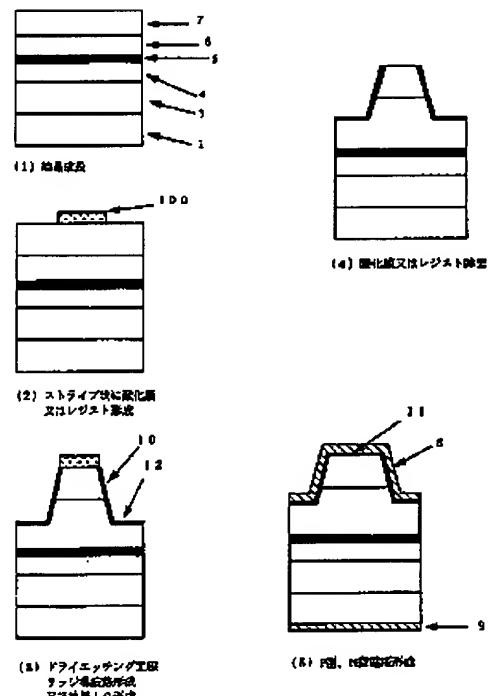
【図4】



【図5】



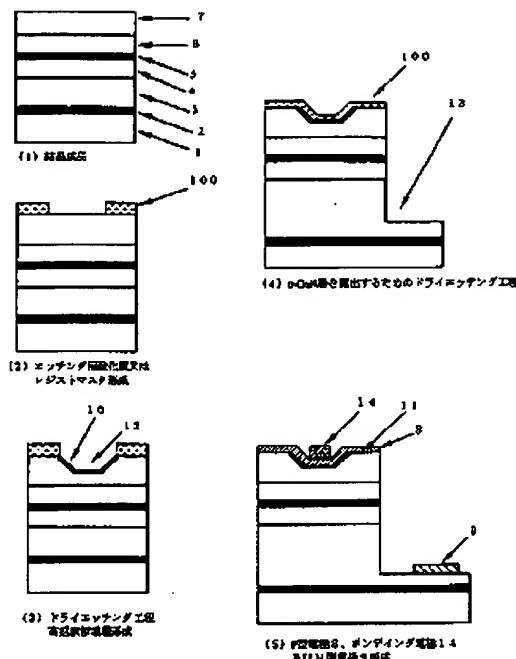
【図6】



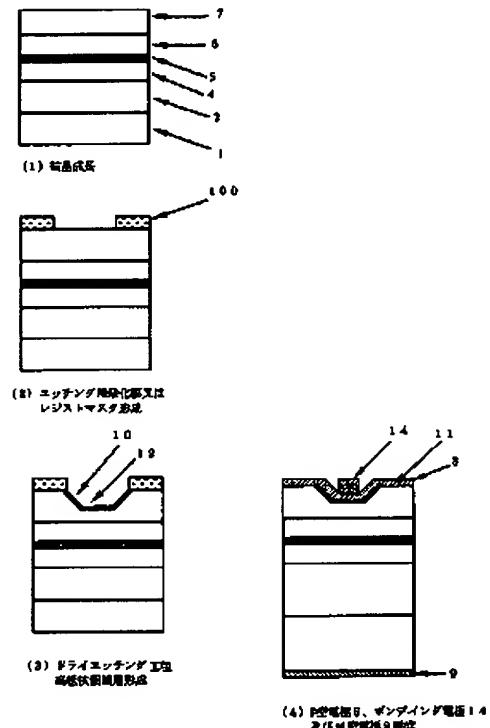
(9)

特開平10-303502

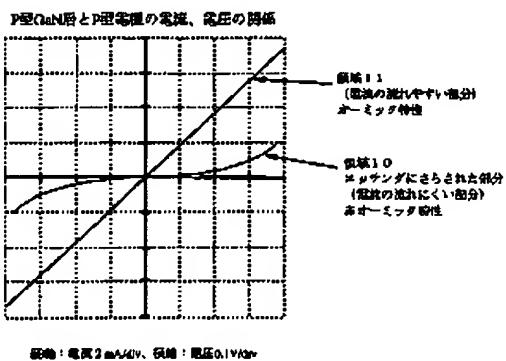
【図7】



【図8】



【図9】



【図10】

